แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 5

หัวข้อเนื้อหา

การกำหนดรหัสตำแหน่งของวาล์ว
การกำหนดรหัสอุปกรณ์หรือวิธีแสดงขั้นตอนการทำงานในวงจรนิวแมติกส์
การเขียนรหัสอุปกรณ์โดยใช้ตัวเลข
การเขียนรหัสอุปกรณ์โดยใช้ตัวอักษร
การใช้แผนภาพแสดงการทำงานของอุปกรณ์ในขอบเขตของงาน
การเขียนรหัสของอุปกรณ์ในวงจรนิวแมติกส์ระบบ DIN, ISO 1219

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 5 จบแล้วนักศึกษาสามารถ

1. อธิบายและให้เหตุผลในการเขียนรหัสอุปกรณ์และแผนภาพการทำงานของวงจรนิวแมติกส์ได้

2. เขียนและกำหนดรหัสตำแหน่งของวาล์วแต่ละตัวพร้อมแสดงขั้นตอนการทำงานในวงจรนิวแมติกส์ได้

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน

1. วิธีสอน
   1.1 วิธีสอนแบบบรรยาย
   1.2 สอนแบบอภิปราย
   1.3 สอนแบบสาธิต
2. กิจกรรมการเรียนการสอน
   2.1 แบ่งกลุ่มอภิปรายและฝึกการเขียนรหัสอุปกรณ์และแผนภาพการทำงานของวงจรนิวแมติกส์ พร้อมแสดงขั้นตอน
   2.2 นำเสนอปัญหาและตั้งคำถามเกี่ยวกับการกำหนดรหัสแสดงขั้นตอนการทำงานในระบบนิวแมติกส์

2.3 แต่ละกลุ่มจะต้องปฏิบัติการต่อวงจรจากแบบปฏิบัติการ 3, 4 และ 5 แล้วสรุปผลเพื่อนำส่งผู้สอน

สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือ ตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
2. เครื่องฉายภาพ 3 มิติ
3. ชุดสาธิตนิวแมติกส์

การวัดผลและการประเมินผล

1. ใช้วิธีสังเกตและบันทึกผลเป็นระยะ
   1.1 ความสนใจจากการเรียนในชั้นเรียน
   1.2 การตอบคำถาม
   1.3 การมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม
2. วิธีตรวจผลงานจากการ
   2.1 ตรวจแบบฝึกหัดจากการกำหนดรหัสและแผนภาพ
   2.2 สรุปผลจากการกำหนดรหัสและแผนภาพ

บทที่ 5
การเขียนรหัสอุปกรณ์และแผนภาพการทำงานของวงจรนิวแมติกส์

การเขียนวงจรนิวแมติกส์ จำเป็นต้องมีมาตรฐานการเขียนรหัสอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ถูกต้องและมีความเข้าใจตรงกัน เพื่อเป็นการสะดวกในการอ่านและออกแบบวงจร ในขณะเดียวกันอุปกรณ์ทุกชิ้นของวงจรจะต้องมีหมายเลขกำกับด้วยเพื่อใช้ในการอ้างอิงวงจรและตรวจสอบวงจรในกรณีการทำงานของเครื่องจักรกลเกิดขัดข้อง ซึ่งการมีรหัสกำกับอุปกรณ์นี้จะช่วยให้การหาข้อขัดข้องของวงจรได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น ฉะนั้นจึงมีความจำเป็นต้องเรียนรู้วิธีการเขียนและกำหนดรหัสอุปกรณ์การทำงานของวงจรนิวแมติกส์

หลักการเขียนวงจร จะเริ่มกำหนดเขียนอุปกรณ์ที่อยู่ปลายทางก่อนโดยเริ่มที่กระบอกสูบก่อน จากนั้นจะเป็นตัวควบคุมความเร็ว ตัวบังคับปิดทาง อุปกรณ์บังคับสัญญาณและอุปกรณ์ต้นกำลังตามลำดับ

การกำหนดรหัสตำแหน่งของวาล์ว

ตำแหน่งปกติเป็นตำแหน่งของวาล์วขณะที่ยังไม่ได้ต่อหรือยังไม่ได้ทำงาน ซึ่งเป็นการเขียนวงจรในระบบนิวแมติกส์เพื่อความสะดวกในการอ่านวงจรควรจะมีการกำหนดรหัสแสดงตำแหน่งวาล์วดังแสดงในภาพที่ 5.1

ถ้าเป็นอุปกรณ์บังคับคือ เมนวาล์ว จะเป็นหมายเลข 1, 2 หรือ ตัวอักษร a, b

b หรือหมายเลข 1 เป็นตำแหน่งปกติของวาล์วขณะยังไม่มีสัญญาณสั่งงาน

a หรือหมายเลข 2 เป็นตำแหน่งทำงานของวาล์วขณะที่มีสัญญาณสั่งงานให้ทำงาน

ถ้าเป็นอุปกรณ์ให้สัญญาณ ส่วนมากจะเป็นวาล์วควบคุมทิศทาง 3/2 ซึ่งมีทั้งแบบปกติปิดและปกติเปิด

วาล์ว 3/2 ตำแหน่งปกติปิด

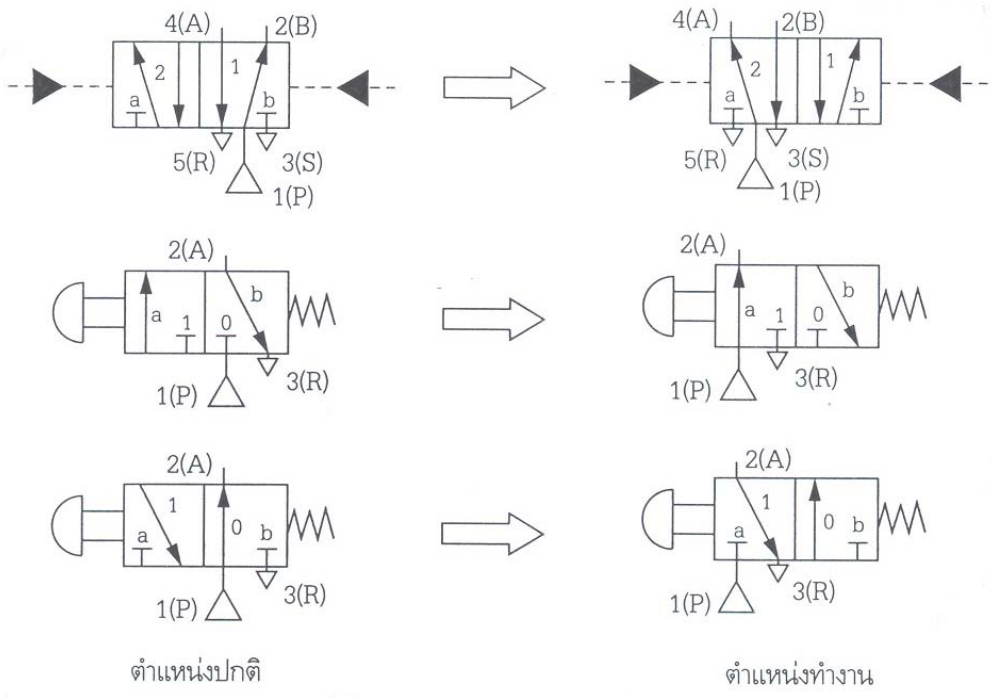
b หรือหมายเลข 0 เป็นตำแหน่งปกติของวาล์วขณะที่ไม่มีลมผ่านวาล์ว

a หรือหมายเลข 1 เป็นตำแหน่งทำงานของวาล์วขณะที่มีลมผ่านวาล์ว

วาล์ว 3/2 เป็นตำแหน่งปกติเปิด หรือวาล์ว 5/2

b หรือหมายเลข 0 เป็นตำแหน่งปกติของวาล์วที่มีลมผ่านวาล์ว

a หรือหมายเลข 1 เป็นตำแหน่งทำงานของวาล์วขณะที่ไม่มีลมผ่านวาล์ว



ภาพที่ 5.1 การกำหนดรหัสแสดงตำแหน่ง
ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 226)

การกำหนดรหัสอุปกรณ์หรือวิธีแสดงขั้นตอนการทำงานในวงจรนิวแมติกส์

ฐิฑารีย์ ถมยา (2546, หน้า 226-227) กล่าวว่า การกำหนดหรือให้รหัสอุปกรณ์ หรือวิธีแสดงขั้นตอนการทำงานในวงจรนิวแมติกส์มี 2 วิธีคือ

1. การเขียนรหัสอุปกรณ์โดยใช้ตัวเลข เป็นการใช้ตัวเลขแทนอุปกรณ์ในวงจร มี 2 วิธีคือ

1.1 การเรียงลำดับตัวเลข

1.2 การแบ่งเป็นกลุ่มตัวเลขเรียงตามลำดับ

2. การเขียนรหัสอุปกรณ์โดยใช้ตัวอักษร เป็นการใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษแทนอุปกรณ์ในวงจร มี 2 วิธีคือ

2.1 อัลฟาเบติกซีเควนซ์ (alphabetic sequence)

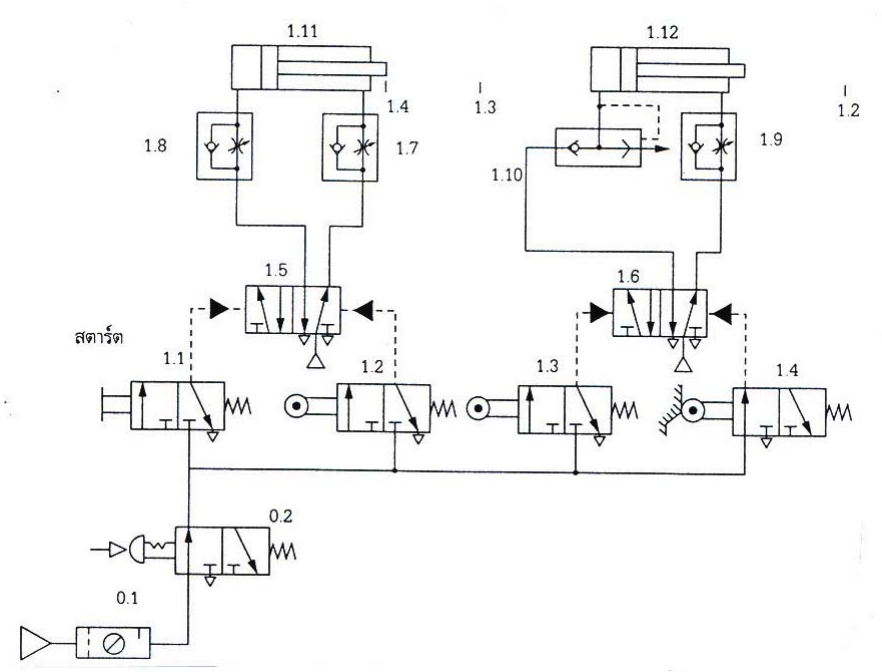
2.2 อัลฟาเบติกวิทซิกแนลโฟลว์ไดอะแกรม (alphabetic with signal flow diagram)

การเขียนรหัสอุปกรณ์โดยใช้ตัวเลข

การใช้ตัวเลขแทนอุปกรณ์มี 2 วิธี คือ

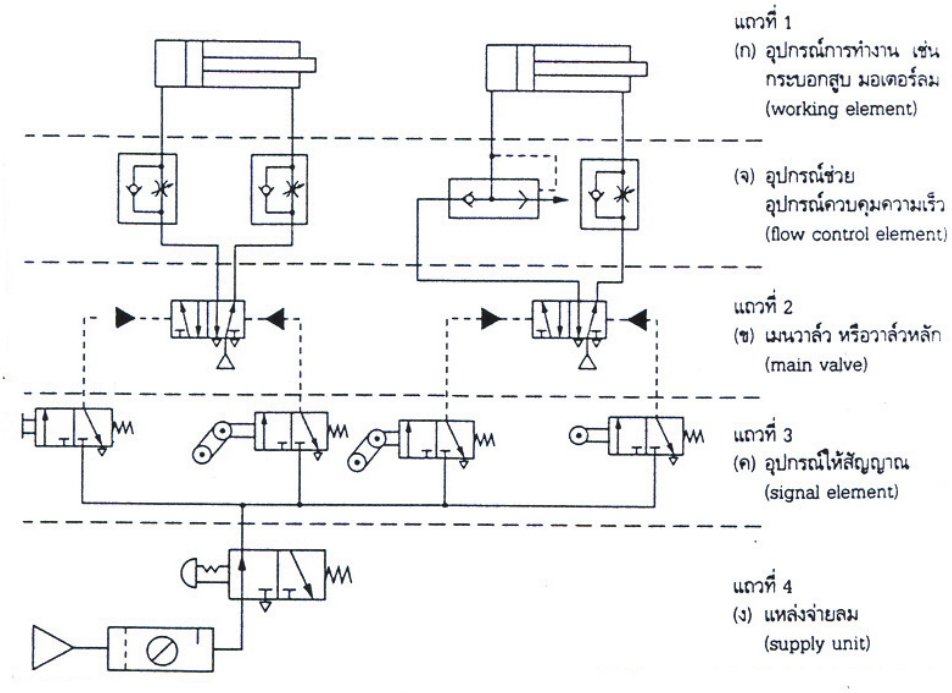
1. การเรียงลำดับตัวเลข ไม่มีการแยกกลุ่มการทำงาน โดยจะนับจากแถวล่างขึ้นไป ซึ่งเป็นอุปกรณ์ให้สัญญาณจนถึงอุปกรณ์ทำงาน โดยเริ่มตั้งแต่อุปกรณ์ให้สัญญาณจะเป็น 0.1, 0.2 อุปกรณ์ควบคุม และการทำงาน เริ่มจาก 1.1 จากซ้ายไปขวา จากล่างขึ้นบนจนครบทุกตัว ทำให้ยุ่งยากถ้าวงจรมีกระบอกสูบจำนวนมาก เพราะไม่ทราบว่าแต่ละตัวทำหน้าที่อย่างไร จึงไม่เป็นที่นิยมใช้

การเขียนรหัสอุปกรณ์โดยเรียงลำดับตัวเลข ดังแสดงในภาพที่ 5.2



ภาพที่ 5.2 การให้หมายเลขอุปกรณ์โดยเรียงลำดับตัวเลข
ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 227)

2. การแบ่งเป็นกลุ่มตัวเลขเรียงตามลำดับ การวางอุปกรณ์ในวงจรนิวแมติกส์จะวางเป็นแถว มีแถวหลักอยู่ 4 แถว และมีอุปกรณ์ช่วย 1 แถว เรียงตามลำดับจากบนลงล่าง นับจากซ้ายมือไปขวามือ ดังภาพที่ 5.3 วิธีนี้นิยมใช้เพราะเป็นหมวดหมู่ อ่านเข้าใจง่าย



ภาพที่ 5.3 การให้หมายเลขอุปกรณ์โดยแบ่งกลุ่มตัวเลขเรียงตามลำดับ
ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 228)

วิธีเขียนรหัสอุปกรณ์โดยใช้กลุ่มตัวเลข ดังแสดงในภาพที่ 5.4

2.1 อุปกรณ์ทำงาน (working element) คือ กระบอกสูบและมอเตอร์ลม จะเริ่มนับจากกระบอกสูบซ้ายมือไปขวามือ เช่น 1.0, 2.0, 3.0, ...n.0

ตัวเลขหลังจุดทศนิยมจะเป็นตัวเลข 0 ส่วนตัวเลขหน้าจุดทศนิยมจะบอกลำดับของอุปกรณ์ทำงานว่าเป็นตัวที่เท่าไหร่ เช่น

1.0 เป็นกระบอกสูบลูกที่ 1

2.0 เป็นกระบอกสูบลูกที่ 2

3.0 เป็นกระบอกสูบลูกที่ 3

2.2 อุปกรณ์บังคับหรือเมนวาล์ว (main valve) คือ วาล์วหลัก โดยนับจากทางซ้ายมือไปขวามือ เช่น 1.1, 2.1, 3.1, ...n.1

ตัวเลขหลังจุดทศนิยมจะเป็น 1 ส่วนตัวเลขหน้าจุดทศนิยมจะบอกว่าเป็นเมนวาล์วของอุปกรณ์ทำงานตัวที่เท่าไร เช่น

1.1 บังคับกระบอกสูบที่ 1

2.1 บังคับกระบอกสูบที่ 2

3.1 บังคับกระบอกสูบที่ 3

2.3 อุปกรณ์ให้สัญญาณ (signal element) คือ วาล์วควบคุมทิศทาง โดยนับจากซ้ายมือไปขวามือ ตัวเลขที่กำหนดไว้ที่อุปกรณ์จะมีรหัสดังนี้

ตัวเลขหลังจุดทศนิยมเป็นเลขคู่ เป็นอุปกรณ์ที่มีผลทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ออก ส่วนตัวเลขหน้าจุดทศนิยมจะบอกว่าเป็นอุปกรณ์ทำงานตัวที่เท่าไรที่เคลื่อนที่ออก เช่น 1.2, 1.4, 2.2, 2.4 เป็นต้น

ตัวเลขหลังจุดทศนิยมเป็นเลขคี่ จะเป็นอุปกรณ์ที่มีผลทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่เข้า ส่วนตัวเลขหน้าจุดทศนิยมจะบอกว่าเป็นอุปกรณ์ทำงานตัวที่เท่าไรที่เคลื่อนที่เข้า เช่น 1.3, 1.5, 2.3, 2.5 เป็นต้น

ตัวอย่างเช่น

1.2 วาล์วควบคุมทิศทางที่มีผลทำให้ลูกสูบลูกที่ 1 เคลื่อนที่ออก

1.3 วาล์วควบคุมทิศทางที่มีผลทำให้ลูกสูบลูกที่ 1 เคลื่อนที่กลับ

2.3 วาล์วควบคุมทิศทางที่มีผลทำให้กระบอกสูบลูกที่ 2 เคลื่อนที่กลับ เป็นต้น

2.4 แหล่งจ่ายลม (supply unit) และอุปกรณ์ที่ไม่มีผลในการบังคับทิศทาง เช่น วาล์วเปิด-ปิดวงจรและแหล่งจ่ายลม เป็นอุปกรณ์ที่ไม่มีผลต่อการบังคับทิศทางของก้านสูบ จะใช้ตัวเลขหน้าจุดทศนิยมเป็น 0 เช่น 0.1 , 0.2 , 0.3

2.5 อุปกรณ์ช่วย คือ อุปกรณ์ควบคุมความเร็ว (flow control element) โดยเขียนตามหลังหมายเลขของลูกสูบที่เคลื่อนที่ออกนั้น

อุปกรณ์ควบคุมความเร็วลูกสูบที่เคลื่อนที่ออก ตัวเลขหลังจุดทศนิยมจะเป็นศูนย์และตามด้วยเลขคู่ เช่น 1.02, 1.04, 2.02, 2.04 เป็นต้น

อุปกรณ์ควบคุมความเร็วลูกสูบที่เคลื่อนที่เข้า ตัวเลขหลังจุดทศนิยมจะเป็นศูนย์และตามด้วยเลขคี่ เช่น 1.03, 2.03 เป็นต้น

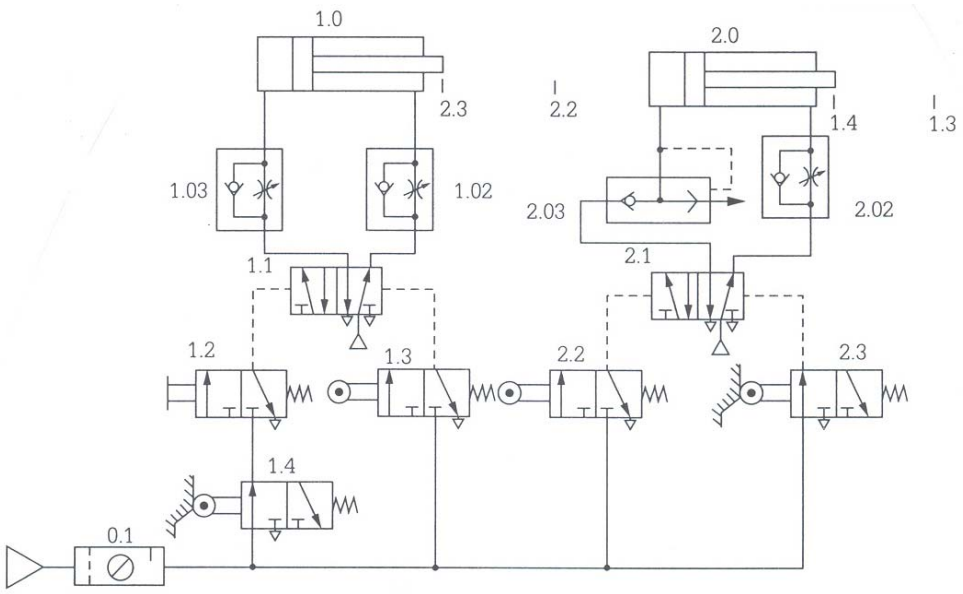
ตัวอย่างเช่น

1.02 วาล์วปรับอัตราการไหลทางเดียวควบคุมด้านลมออก ทำให้กระบอกสูบลูกที่ 1 เคลื่อนที่ออกช้า

2.03 วาล์วคายไอเสียเร็ว ทำให้กระบอกสูบลูกที่ 2 เคลื่อนที่กลับอย่างรวดเร็ว

1.03 วาล์วปรับอัตราการไหลทางเดียวควบคุมด้านลมออก ทำใหกระบอกสูบลูกที่ 1 เคลื่อนที่กลับช้า

การเขียนรหัสอุปกรณ์โดยใช้กลุ่มตัวเลขของอุปกรณ์แต่ละตัวภายในวงจร ดังแสดงในภาพที่ 5.4



ภาพที่ 5.4 การเขียนรหัสอุปกรณ์โดยใช้กลุ่มตัวเลข
ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 230)

การเขียนรหัสอุปกรณ์โดยใช้ตัวอักษร

การใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษแทนอุปกรณ์ในวงจรที่กระบอกสูบทำงานเป็นระบบ และอุปกรณ์สัญญาณไม่แบ่งเป็นกลุ่มตามสัญญาณบังคับกระบอกสูบ โดยใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่แทนอุปกรณ์ทำงาน คือ กระบอกสูบ มอเตอร์ลม มี 2 วิธี คือ

1. อัลฟาเบติกซีเควนซ์ (alphabetic sequence) การแสดงขั้นตอนการทำงานของกระบอกสูบต่าง ๆ โดยใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษผสมกับเครื่องหมาย + และ - มีหลักเกณฑ์ดังนี้

อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ หมายถึง อุปกรณ์ทำงาน เช่น กระบอกสูบใดทำงานก่อนได้รับอักษรก่อน เช่น กระบอกสูบ A, B, C ตามลำดับ

เครื่องหมาย + หมายถึง ลูกสูบเคลื่อนที่ออก เช่น A+, B+

เครื่องหมาย - หมายถึง ลูกสูบเคลื่อนที่เข้า เช่น A-, B-

ตัวอย่างเช่น A+, B+, A-, B-

มีลำดับการทำงาน คือ เครื่องมีกระบอกสูบ คือ A และ B การทำงานของเครื่องใน 1 รอบ การทำงานมี 1 จังหวะ 2 การเคลื่อนที่

ก่อนการสตาร์ท A จะอยู่ในตำแหน่ง [ ] ออกสุด [ ] เข้าสุด

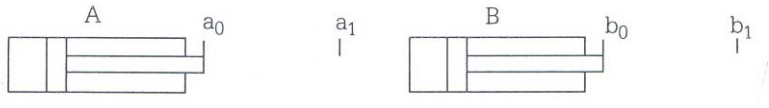
ก่อนการสตาร์ท B จะอยู่ในตำแหน่ง [ ] ออกสุด [ ] เข้าสุด

หรือ A+ , A- , B+ , B-

มีลำดับการทำงาน คือ เครื่องมีกระบอกสูบ คือ A และ B การทำงานของเครื่องใน 1 รอบการทำงานมี 1 จังหวะ 2 การเคลื่อนที่ เมื่อเริ่มสตาร์ท A และ B ทำงานพร้อมกัน

ก่อนการสตาร์ท A จะอยู่ในตำแหน่ง [ ] ออกสุด [ ] เข้าสุด

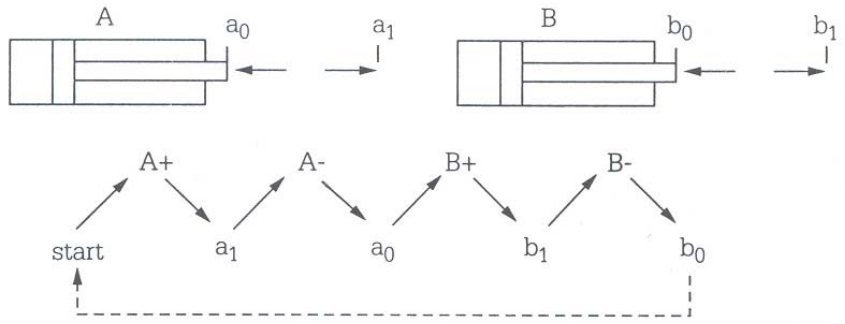
ก่อนการสตาร์ท A จะอยู่ในตำแหน่ง [ ] ออกสุด [ ] เข้าสุด



ภาพที่ 5.5 การเขียนตัวอักษรในตำแหน่งของกระบอกสูบ

ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 231)

2. อัลฟาเบติกวิทซิกแนลโฟลว์ไดอะแกรม (alphabetic with signal flow diagram) การแสดงขั้นตอนการทำงานของก้านสูบโดยใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษผสมกับเครื่องหมาย + และ - พร้อมทั้งโยงลูกศร ↗ แสดงการส่งสัญญาณของวาล์วควบคุมทิศทาง (control valve) มีหลักเกณฑ์ดังนี้ อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ หมายถึง อุปกรณ์ทำงาน (working element) เช่น กระบอกสูบใดทำงานก่อนจะได้รับอักษรก่อน เช่น กระบอกสูบ A, B, C ตามลำดับ ส่วนวาล์วควบคุมทิศทางจะใช้อักษรตัวพิมพ์เล็ก a, b, c ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 5.6



ภาพที่ 5.6 การเขียนตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ในตำแหน่งของกระบอกสูบ และสัญญาณแผนภาพ

ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 232)

จากภาพที่ 5.6

A, B แทนกระบอกสูบ

a_0, b_0 แทนวาล์วควบคุมทิศทาง (ควบคุมด้วยมือหรือกลไก) ติดตั้งที่ตำแหน่งก้านสูบเคลื่อนที่เข้าสุดของกระบอกสูบ A, B

a_1, b_1 แทนวาล์วควบคุมทิศทาง (ควบคุมด้วยมือหรือกลไก) ติดตั้งที่ตำแหน่งก้านสูบเคลื่อนที่ออกสุดช่วงชักของกระบอกสูบ A, B

A+ , A- , B+ , B- แทนเมนวาล์วของกระบอกสูบ A, B

เครื่องหมาย + หมายถึง ลูกสูบที่เคลื่อนที่ออก เช่น A+, B+

เครื่องหมาย - หมายถึง ลูกสูบเคลื่อนที่เข้า เช่น A- , B-

เครื่องหมาย หมายถึง การไหลของสัญญาณ หรือความสัมพันธ์ของเหตุการณ์

การเขียนลำดับขั้นตอนการทำงานของกระบอกสูบ (ภาพที่ 5.6) โดยใช้ลูกศรหรือเครื่องหมายบวก ลบ และใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่

A+ หมายถึง ลูกสูบ A เคลื่อนที่ออก ก้านสูบกดวาล์ว a_1

A- หมายถึง ลูกสูบ A เคลื่อนที่เข้า ก้านสูบกดวาล์ว a_0

B+ หมายถึง ลูกสูบ B เคลื่อนที่ออก ก้านสูบกดวาล์ว b_1

B- หมายถึง ลูกสูบ A เคลื่อนที่เข้า ก้านสูบกดวาล์ว b_0

การเขียนลำดับขั้นตอนการทำงานของกระบอกสูบ A+ , B+ , A- , B- ดังภาพที่ 5.7 โดย

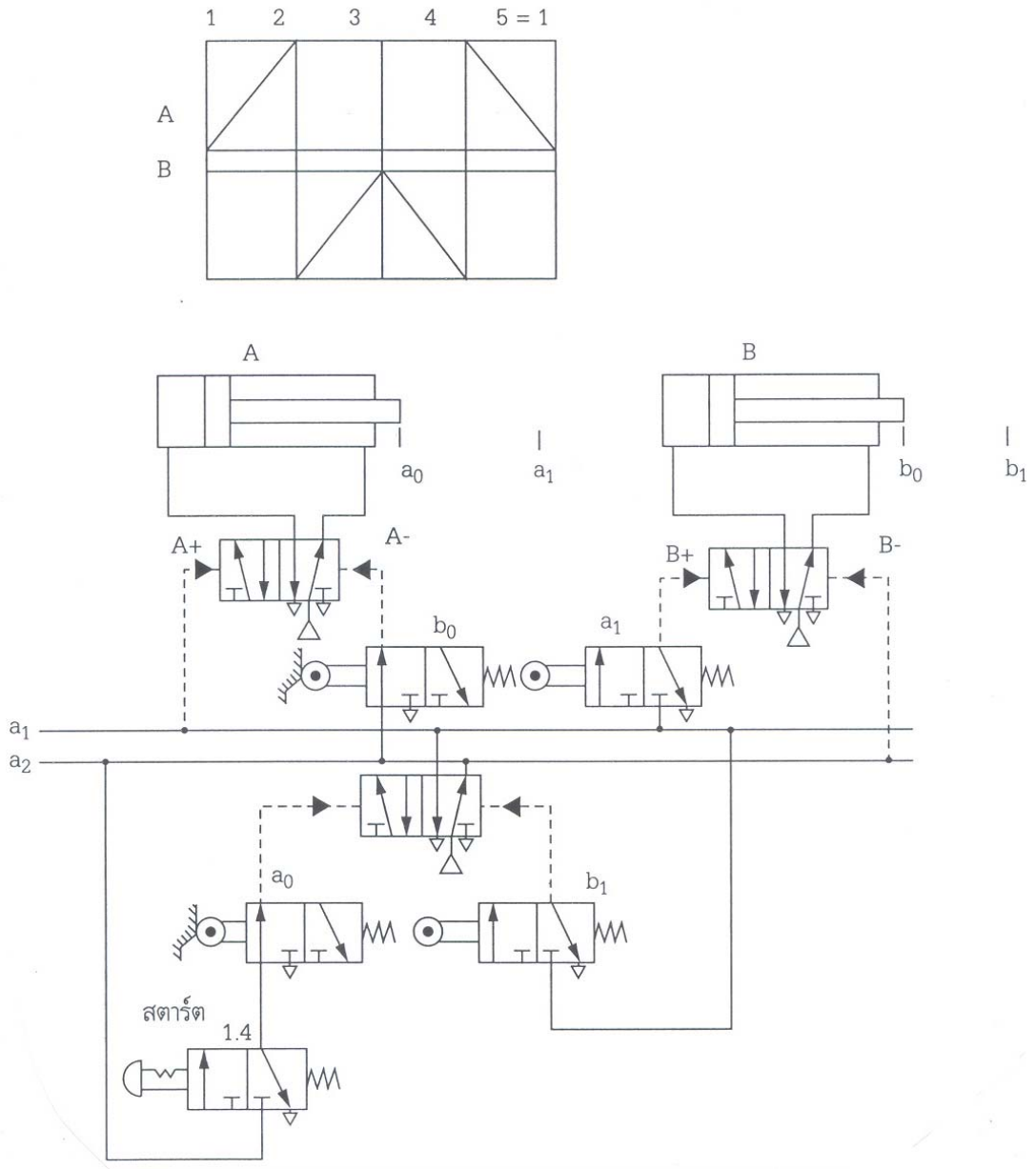
ใช้ลูกศรหรือเครื่องหมายบวก + ลบ - และใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่

A+ หมายถึง ลูกสูบ A เคลื่อนที่ออก ก้านสูบกดวาล์ว a_1

B+ หมายถึง ลูกสูบ B เคลื่อนที่ออก ก้านสูบกดวาล์ว b_1

B- หมายถึง ลูกสูบ A เคลื่อนที่เข้า ก้านสูบกดวาล์ว b_0

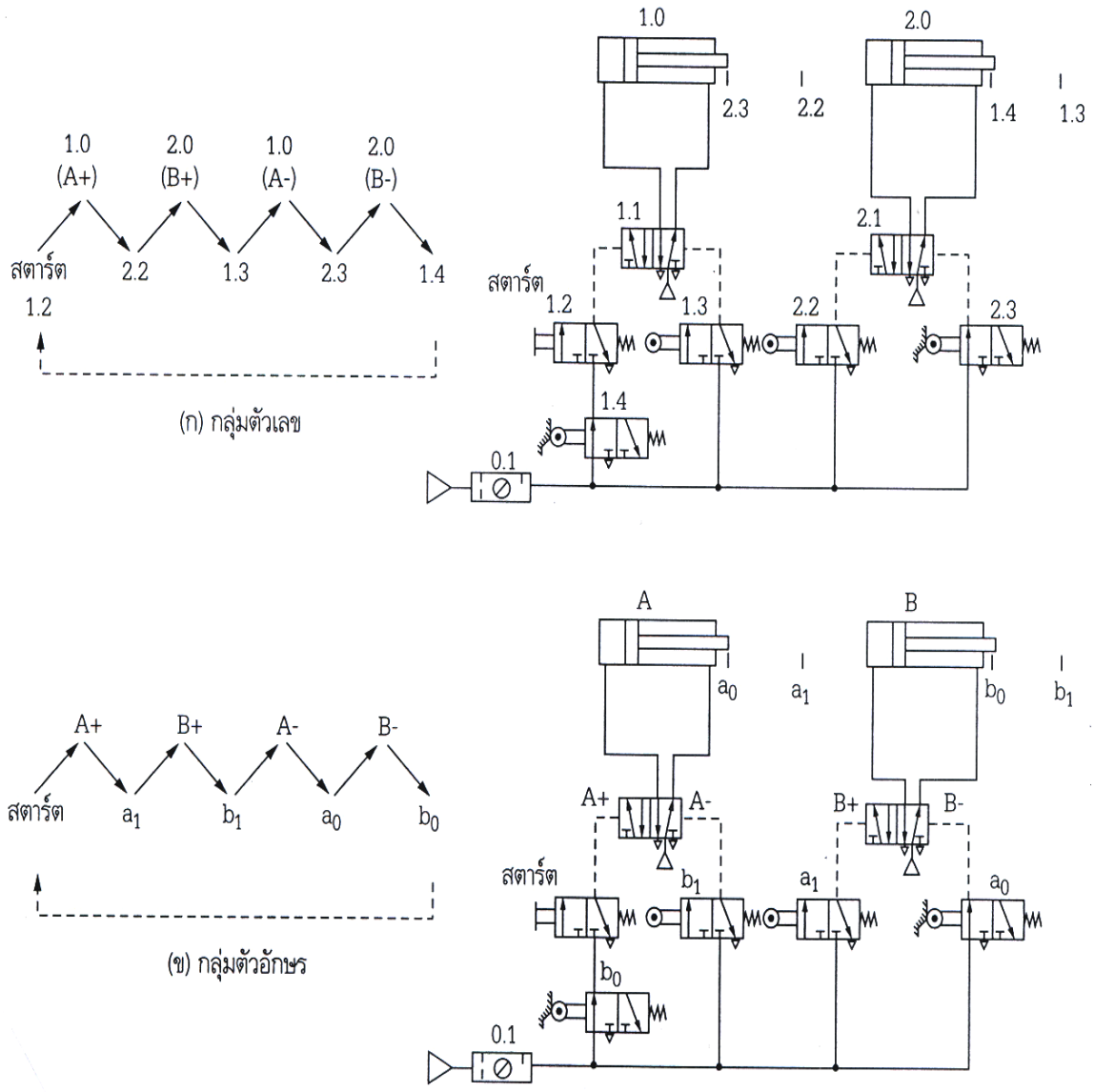
A- หมายถึง ลูกสูบ A เคลื่อนที่เข้า ก้านสูบกดวาล์ว a_0



ภาพที่ 5.7 การใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษเป็นรหัสแทนอุปกรณ์การทำงานและวาล์ว

ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 233)

การเขียนสัญญาณของแผนภาพโดยใช้กลุ่มตัวเลขและตัวอักษร A+ , B+ , A- , B-

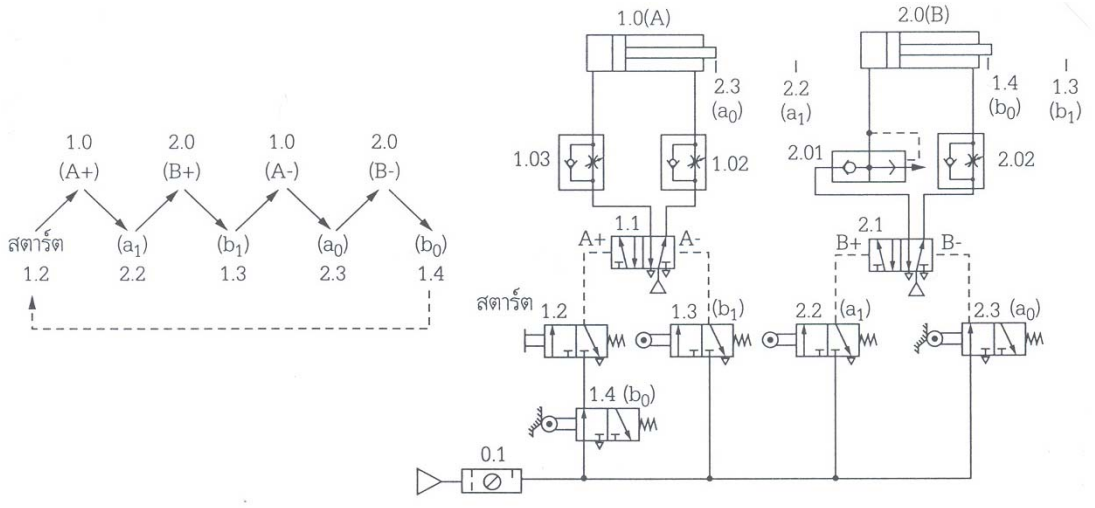


ภาพที่ 5.8 การเขียนสัญญาณของแผนภาพโดยใช้กลุ่มตัวเลขและตัวอักษร
ที่มา (ธนะรัตน์ แต้วัฒนา, 2541, หน้า 67)

ข้อสังเกต : ⟶ ใช้แทนอัตราการไหลของสัญญาณ

------ ใช้โยงเหตุการณ์ต่อเนื่อง

การเขียนสัญญาณของแผนภาพโดยใช้กลุ่มตัวเลขและตัวอักษร 1.0(A+), 2.0(B+), 1.0(A-), 2.0(B-) ดังแสดงในภาพที่ 5.9



ภาพที่ 5.9 การเขียนสัญญาณของแผนภาพโดยใช้กลุ่มตัวเลขและตัวอักษร
ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 235)

การใช้แผนภาพแสดงการทำงานของอุปกรณ์ในขอบเขตของงาน

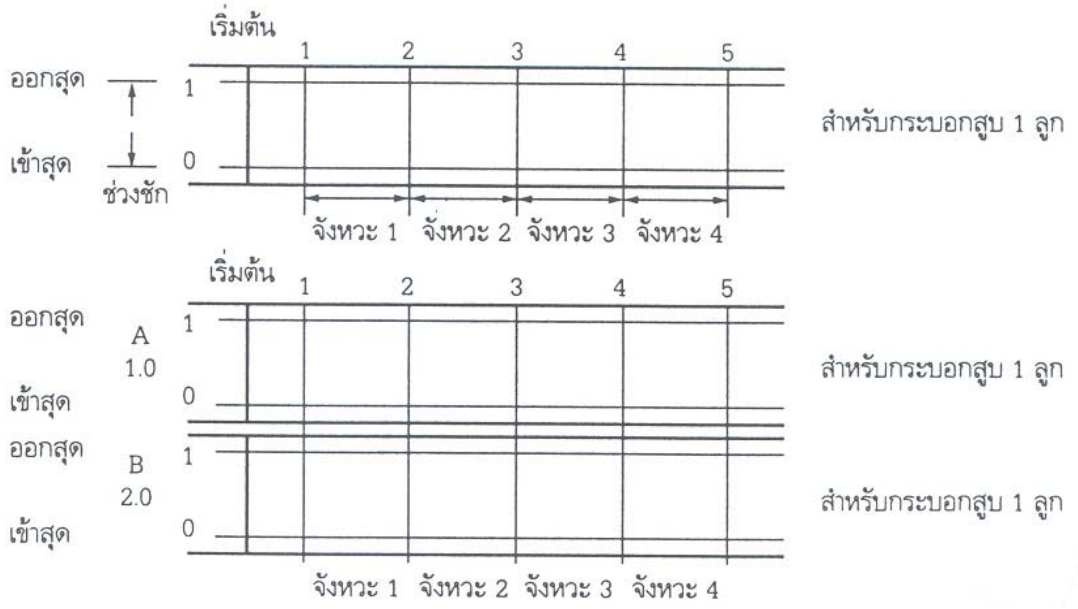
แผนภาพนี้จะบอกให้ทราบว่ากระบอกสูบทำงานตามลำดับอย่างไรในแต่ละรอบของจังหวะการทำงาน ซึ่งฐิฑารีย์ ถมยา (2546, หน้า 235) ได้แบ่งเป็นแผนภาพการเคลื่อนที่ แผนภาพควบคุม และแผนภาพการทำงาน

แผนภาพการเคลื่อนที่ (motion diagram)

แผนภาพการเคลื่อนที่คือ แผนภาพแสดงการทำงานของลูกสูบโดยใช้กราฟ มี 2 ชนิด คือ แผนภาพการเคลื่อนที่เป็นจังหวะและแผนภาพเคลื่อนที่ตามเวลา

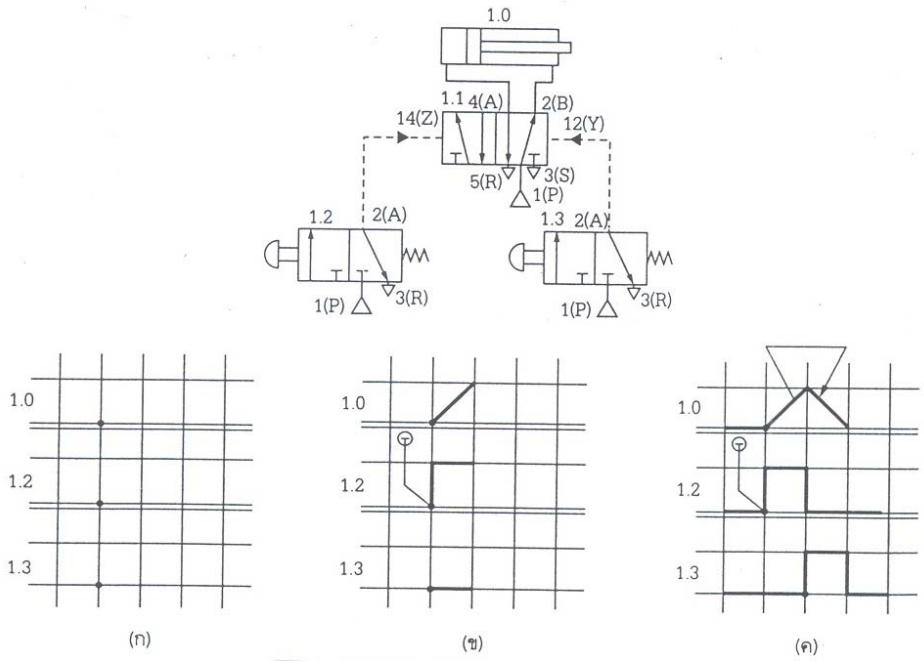
1. แผนภาพเคลื่อนที่เป็นจังหวะ (motion-step diagram) แสดงขั้นตอนการทำงานโดยใช้แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่ของลูกสูบและจังหวะการทำงาน โดยตั้งแกนขึ้นมา 2 แกน

แกนนอน : แทนจังหวะในการทำงาน เรียกว่า แกนจังหวะ
แกนตั้ง : แทนจังหวะในการเคลื่อนที่ของลูกสูบ เรียกว่า แกนระยะทาง
เส้น in(0) หมายถึง ตำแหน่งลูกสูบเข้าสุด
เส้น out(1) หมายถึง ตำแหน่งลูกสูบออกสุด



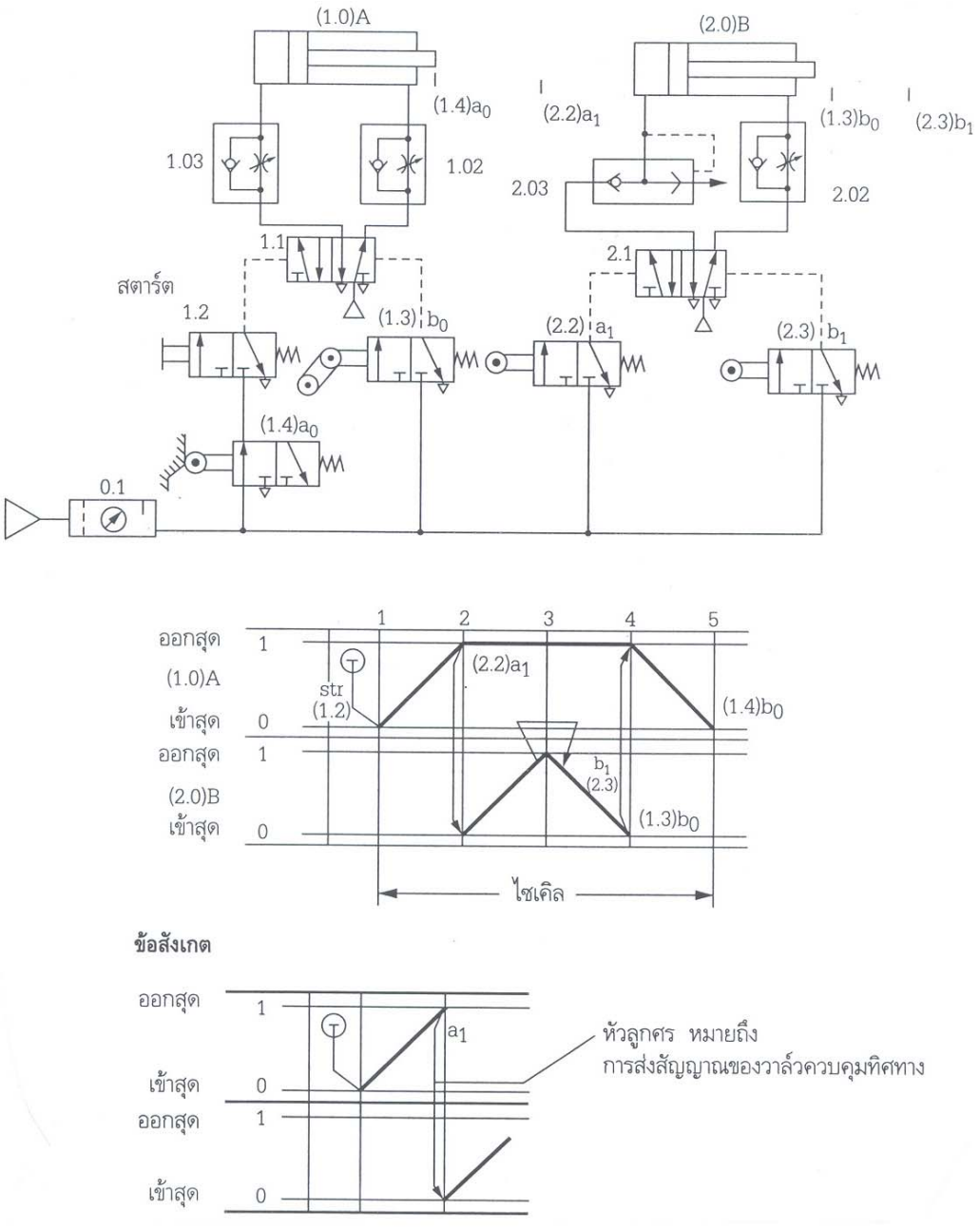
ภาพที่ 5.10 แบบฟอร์มของแผนภาพการเคลื่อนที่เป็นจังหวะ
ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 236)

การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่เป็นจังหวะของกระบอกสูบ 1 ลูก ดังแสดงใน ภาพที่ 5.11



ภาพที่ 5.11 การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่เป็นจังหวะของกระบอกสูบ 1 ลูก
ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 236)

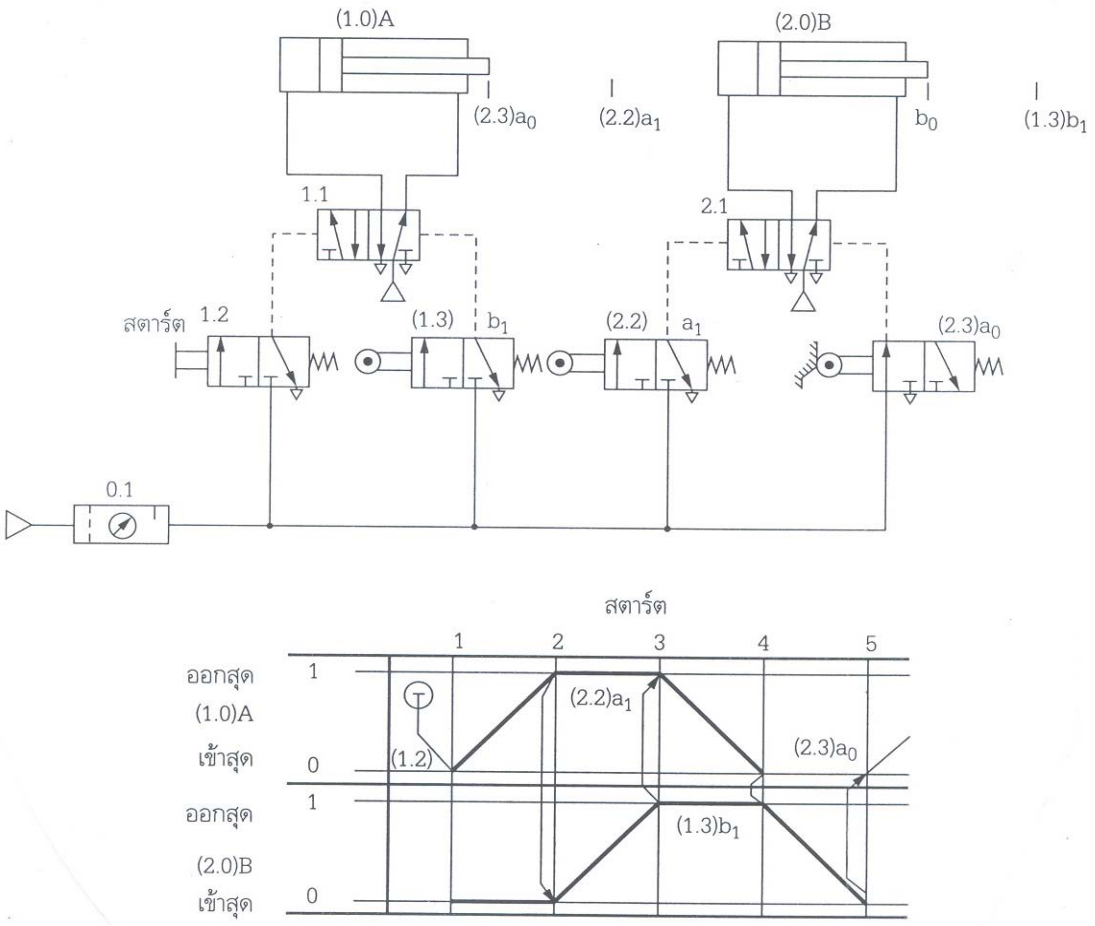
การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่แสดงขั้นตอนการทำงานของกระบอกสูบ 2 ลูก มีรหัสการทำงานแบบอัลฟาเบติกซีเควนซ์ ดังนี้ A+ , B+ , A- , B- ดังแสดงในภาพที่ 5.12



ภาพที่ 5.12 การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่แสดงขั้นตอนการทำงานของกระบอกสูบ 2 ลูก
ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 237)

ข้อสังเกต วาล์ว 3/2(1.3) เลื่อนโดยกลไกลูกกลิ้งกดทางเดียว จะติดตั้งให้ทำงานก่อนที่ลูกสูบจะเคลื่อนที่กลับสุดช่วงชัก เพื่อป้องกันสัญญาณที่จะต้านการเคลื่อนที่ออกของลูกสูบ 1.0

วงจรการทำงานของกระบอกสูบ 2 ลูก มีรหัสการทำงานอัลฟาเบติกซีเควนซ์ ดังนี้ A+ , B+ , A- , B- เขียนแผนภาพได้ดังแสดงในภาพที่ 5.13

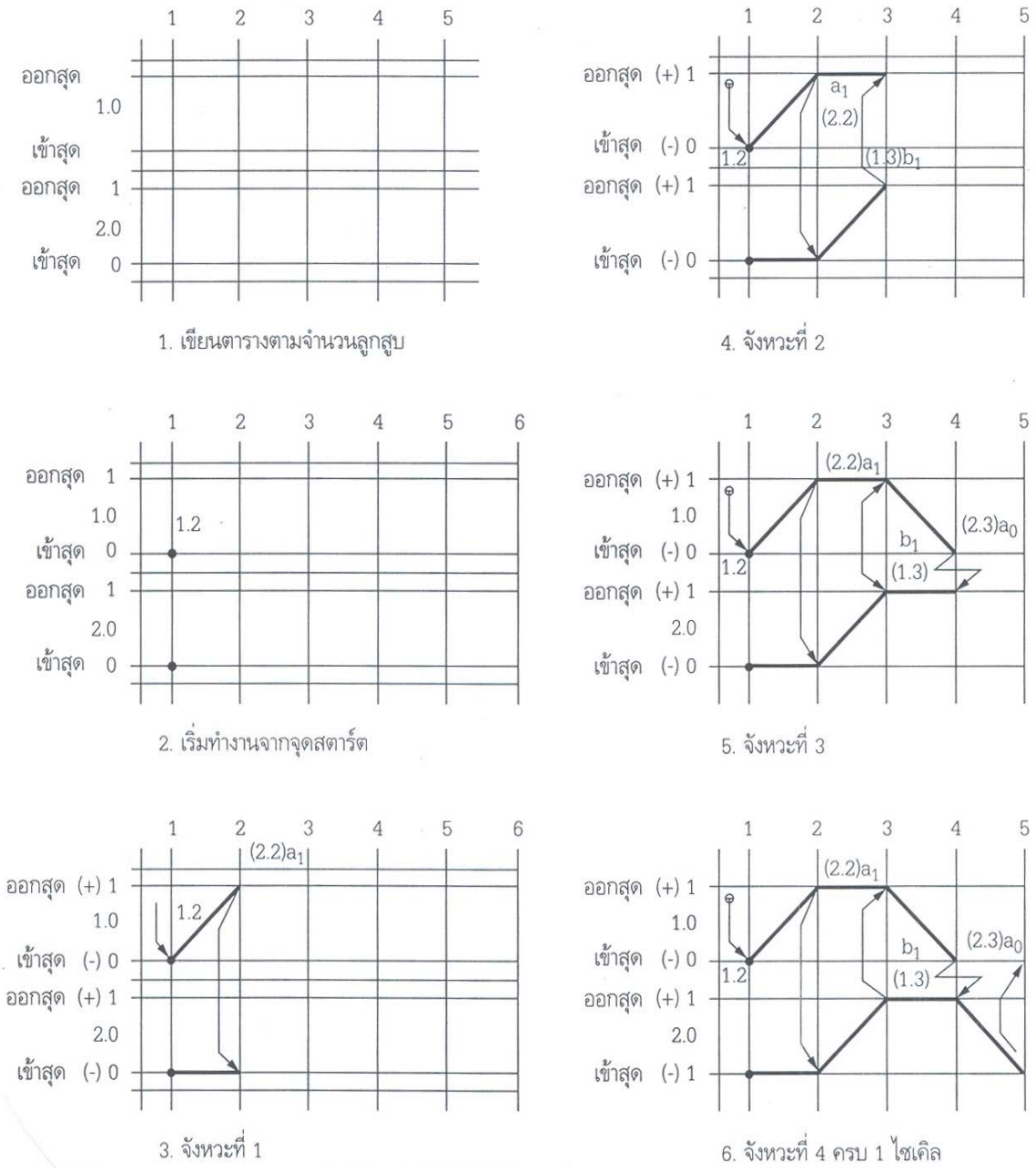


ภาพที่ 5.13 การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่เป็นจังหวะของกระบอกสูบ 2 ลูก
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 289)

จากภาพที่ 5.13 เมื่อกดวาล์ว 1.2 ลูกสูบ (1.0)A จะเคลื่อนที่ออก ให้ลากเส้นเฉียงขึ้นจากจุดเริ่มต้น 1.2 จากเส้นที่ 1 ไปยังเส้นที่ 2 นับเป็นจังหวะที่ 1 ไปกดวาล์ว $(2.2)a_1$ ทำให้ลูกสูบ (2.0)B เคลื่อนที่ออก ให้ลากเส้นจากจุดเริ่มต้น 1 จากเส้นแกนนอนมาตัดเส้นแกนตั้งเส้นที่ 2 แล้วลากเส้นเฉียงขึ้นจากจุดนี้ไปเส้นที่ 3 นับเป็นจังหวะที่ 2 ไปกดวาล์ว $(1.3)b_1$ ทำให้ลูกสูบ (1.0)A เคลื่อนที่กลับ ให้ลากเส้นตรงจากเส้นที่ 2 ไปยังเส้นที่ 3 แล้วลากเฉียงลงจากเส้นที่ 3 ไปเส้นที่ 4 นับเป็นจังหวะที่ 3 ไปกดวาล์ว $(2.3)a_0$ ทำให้ลูกสูบ (2.0)B เคลื่อนที่กลับ ลากเส้นตรงจากเส้นที่ 3 ไปยังเส้นที่ 4 แล้วลากเฉียงลงจากเส้นที่ 4 ไปเส้นที่ 5

นับเป็นจังหวะที่ 4 เรียกว่า 1 ไซเคิลหรือหนึ่งหน่วยรอบการทำงาน ดูวิธีการเขียนแผนภาพตามลำดับขั้นได้จากภาพที่ 5.14

วิธีการเขียนแผนภาพตามลำดับขั้นแสดงได้ดังภาพที่ 5.14

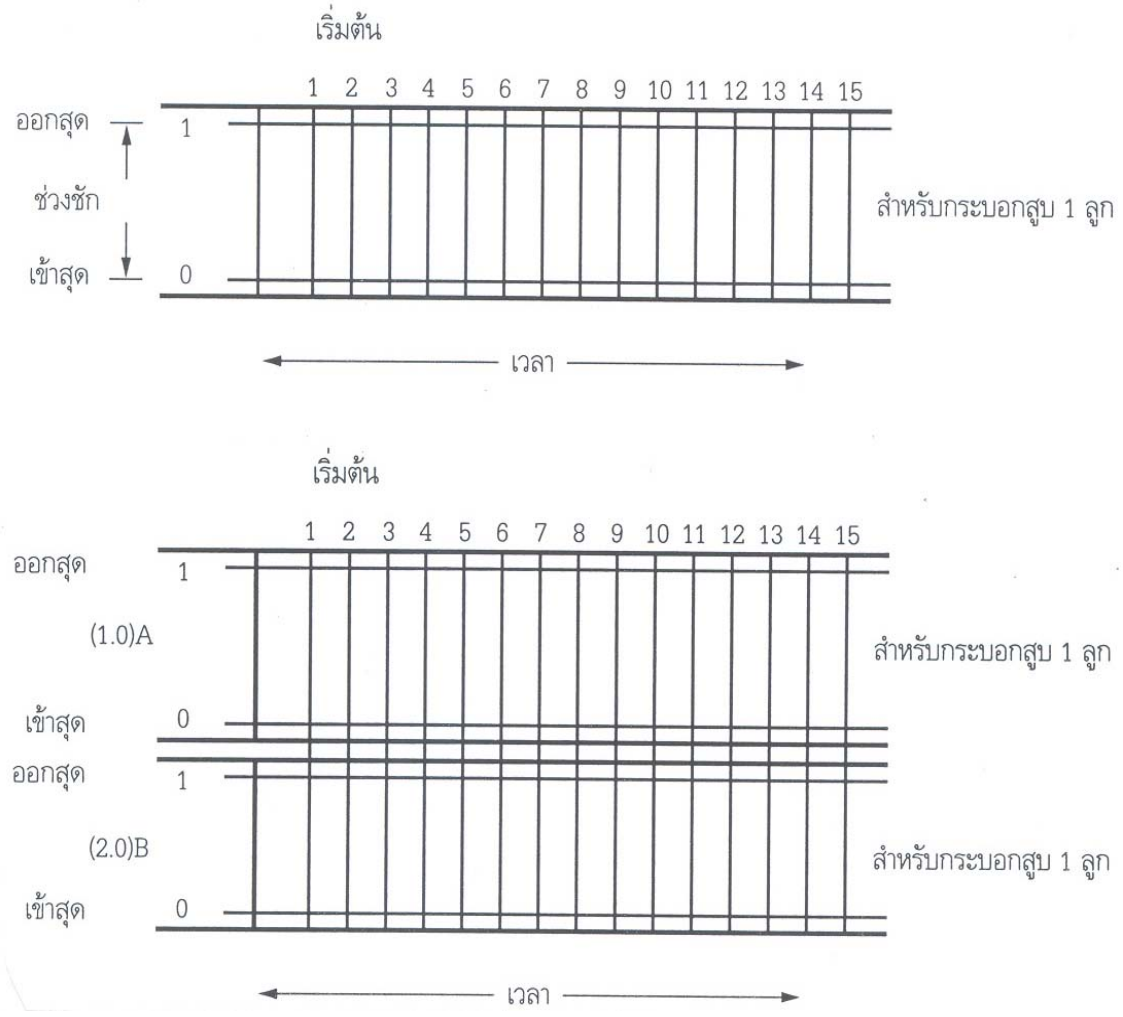


ภาพที่ 5.14 การเขียนแผนภาพลำดับการทำงาน

ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 290)

2. แผนภาพการเคลื่อนที่ตามเวลา (motion-time diagram) แสดงขั้นตอนการทำงาน โดยใช้ แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่ของลูกสูบกับเวลา โดยตั้งแกนขึ้นมา 2 แกน ดังแสดงในภาพที่ 5.15

- แกนตั้ง : แทนระยะทางในการเคลื่อนที่ของลูกสูบ เรียกว่า แกนระยะทาง
  เส้น in(0) หมายถึง ตำแหน่งลูกสูบเข้าสุด
  เส้น out(1) หมายถึง ตำแหน่งลูกสูบออกสุด
- แกนนอน : แทนเวลาที่ใช้ในการทำงาน เรียกว่า แกนเวลา



ภาพที่ 5.15 การเขียนเส้นจังหวะแกนเวลา
ที่มา (ธนะรัตน์ แต้วัฒนา, 2541, หน้า 55 – 56)

วงจรการทำงานของกระบอกสูบ 2 ลูก มีรหัสการทำงานอัลฟาเบติกซีเควนซ์ ดังนี้

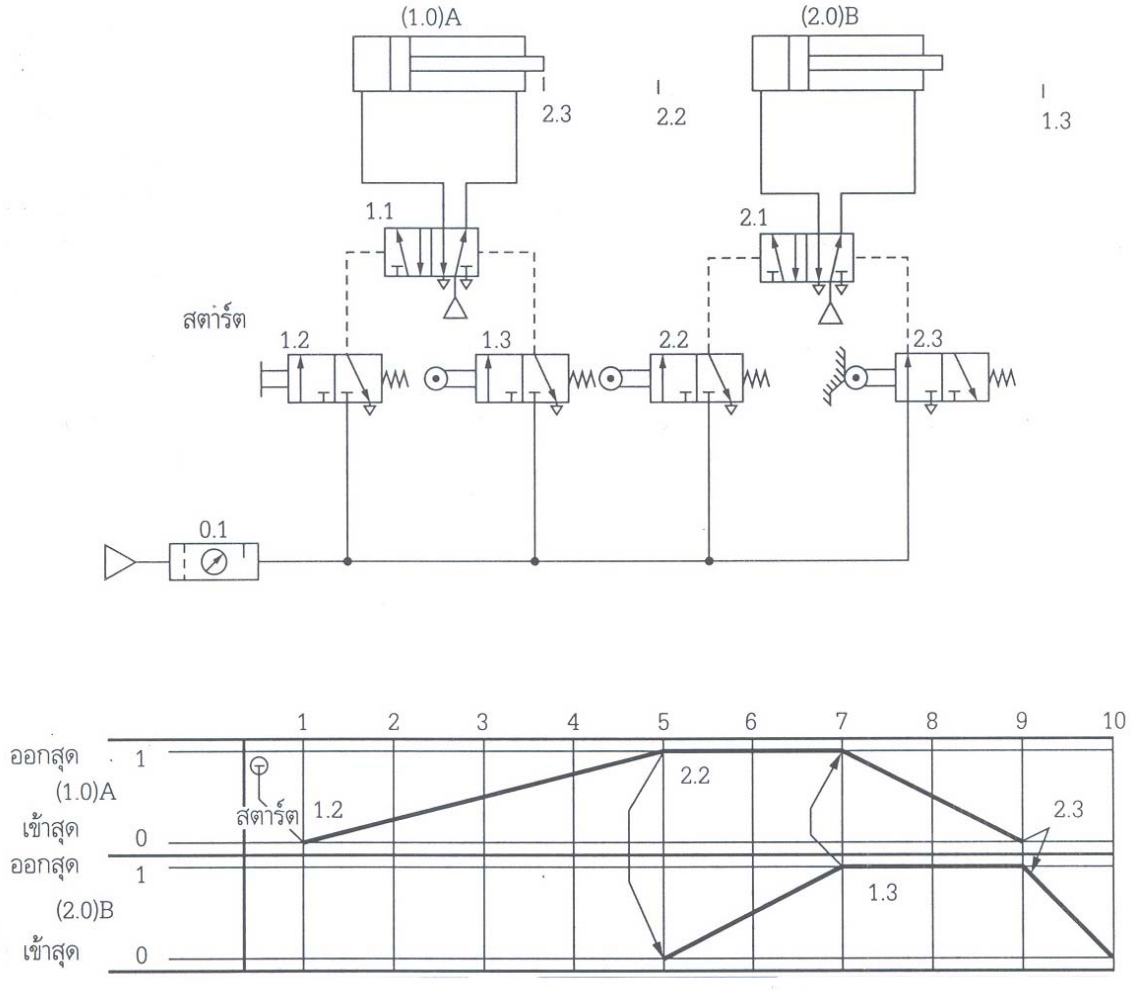
A+ = 4 วินาที หมายความว่า ลูกสูบ A เคลื่อนที่ออกใช้เวลา 4 วินาที

B+ = 2 วินาที หมายความว่า ลูกสูบ B เคลื่อนที่ออกใช้เวลา 2 วินาที

A- = 2 วินาที หมายความว่า ลูกสูบ A เคลื่อนที่กลับใช้เวลา 2 วินาที

B- = 1 วินาที หมายความว่า ลูกสูบ B เคลื่อนที่กลับใช้เวลา 1 วินาที

สามารถเขียนแผนภาพ ดังแสดงในภาพที่ 5.16



ภาพที่ 5.16 การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ตามเวลาของกระบอกสูบ 2 ลูก

ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 241)

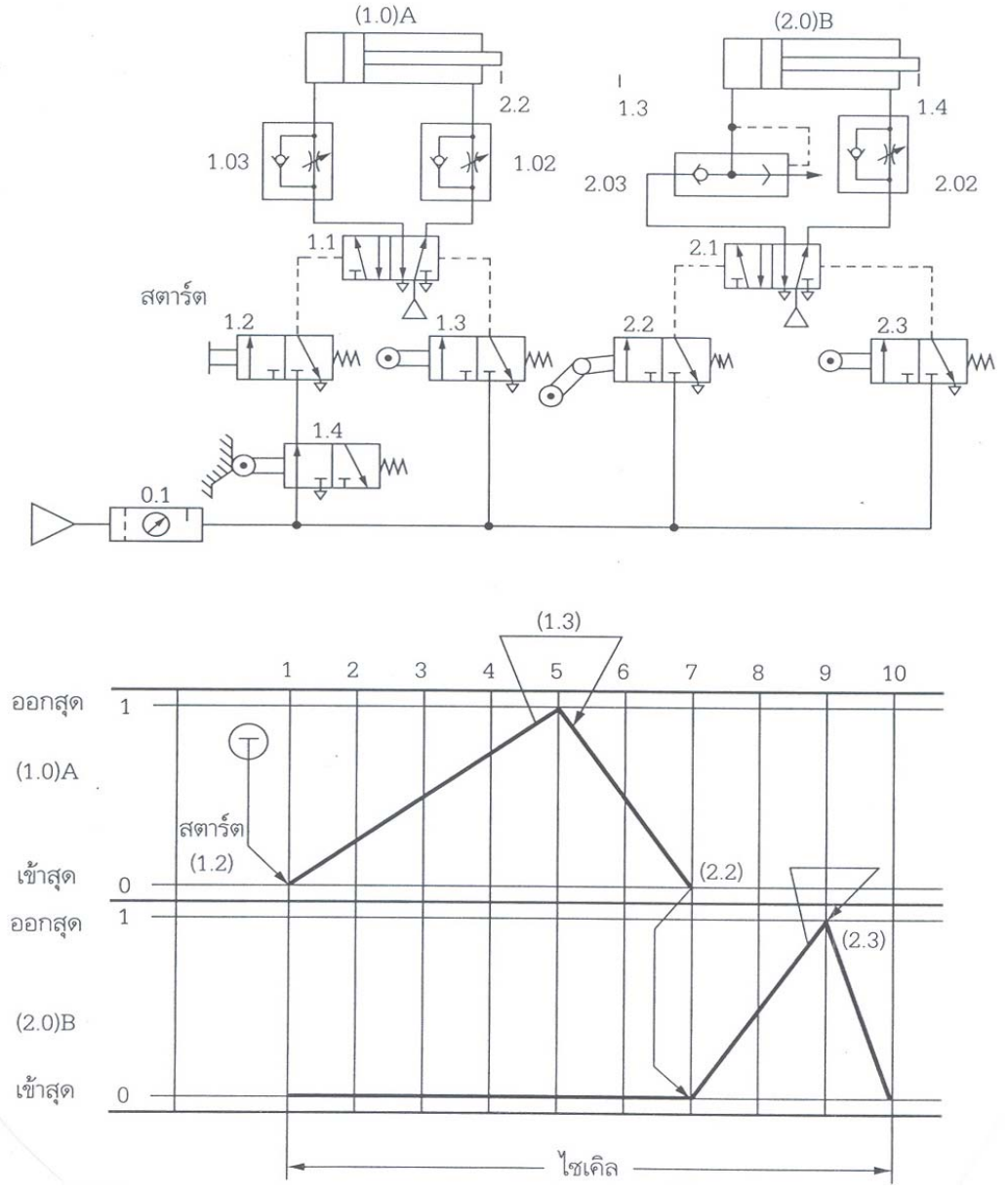
การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ตามเวลา แสดงการทำงานของวงจรกระบอกสูบ 2 ลูก มีรหัสการทำงานอัลฟาเบติกซีเควนซ์ ดังแสดงในภาพที่ 5.17

A+ = 4 วินาที

A- = 2 วินาที

B+ = 2 วินาที

B- = 1 วินาที



ภาพที่ 5.17 การเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่เป็นเวลาของกระบอกสูบ 2 ลูก

ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2534, หน้า 70)

จากภาพที่ 5.17 เมื่อกดวาล์ว 1.2 ลูกสูบ (1.0)A เคลื่อนที่ออกช้า ๆ ในเวลา 4 วินาที ให้ลากเส้นเฉียงขึ้นจากจุดที่ 1 ไปเส้นตั้งฉากที่ 5 (1 ช่องแทนเวลา 1 วินาที) ไปกดวาล์ว 1.3 ทำให้ลูกสูบ (1.0)A เคลื่อนที่กลับโดยใช้เวลา 2 วินาที ให้ลากเส้นเฉียงลงมาที่แกนตั้งที่ 7 ไปกดวาล์ว 2.2 ทำให้ลูกสูบ (2.0)B เคลื่อนที่ออกโดยใช้เวลา 2 วินาที ให้ลากเส้นจากจุดเริ่มต้นจากเส้นแกนนอนมาตัดเส้นแกนตั้งที่ 7 แล้วลากเส้นเฉียงขึ้นจากแกนตั้งที่ 7 ไปถึงเส้นที่ 9 ไปกดวาล์ว 2.3 ทำให้ลูกสูบ (2.0)B เคลื่อนที่กลับ (ใช้เวลา 1 วินาที) ให้ลากเส้นเฉียงลงมาแกนนอนที่ 10 ครบ 1 รอบหรือ 1 รอบการทำงานของวงจร

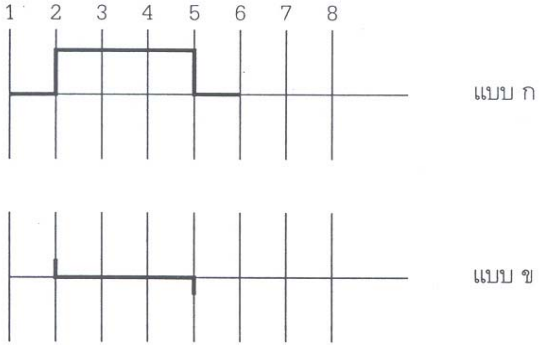
3. เปรียบเทียบแผนภาพการเคลื่อนที่เป็นจังหวะและแผนภาพการเคลื่อนที่ตามเวลา

แผนภาพการเคลื่อนที่เป็นจังหวะ	**แผนภาพการเคลื่อนที่ตามเวลา**
(1) จะสังเกตการทำงานของอุปกรณ์ (2) การเขียนแผนภาพช่องจังหวะเท่ากันทุกช่อง	(1) จะแสดงความเร็วของงานซึ่งแตกต่างกันได้ชัดเจน (2) การเขียนแผนภาพจะไม่มีเส้นแสดงจังหวะและระยะห่างระหว่างจังหวะจะยาวกว่าช่องตาราง

แผนภาพควบคุม (control diagram)

แผนภาพควบคุมเป็นแผนภาพแสดงการทำงานของวาล์วควบคุมเมื่อมีสัญญาณลมผ่านวาล์วแสดงตามจังหวะหรือเวลาการเคลื่อนที่โดยไม่คำนึงถึงเวลาที่ใช้ในการตัดต่อ เช่น รีเลย์ ดังแสดงในภาพที่ 5.18

- แกนนอน แทน จังหวะและเวลา
- แกนตั้ง แทน การเคลื่อนที่



ภาพที่ 5.18 การทำงานของรีเลย์

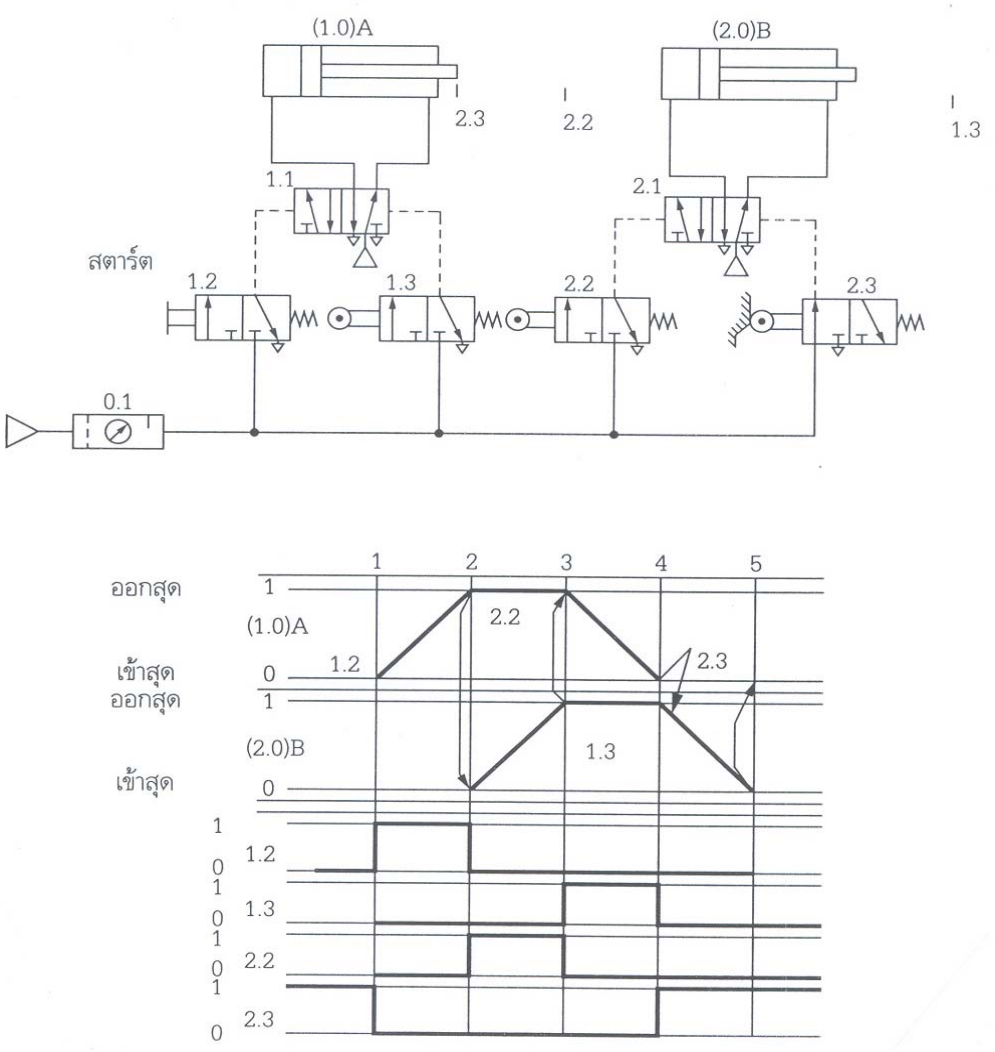
ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 230)

การทำงานของรีเลย์ จากภาพที่ 5.18 เมื่อรีเลย์เริ่มทำงานในจังหวะที่ 2 ให้ลากเส้นขึ้นมา แล้วลากเส้นขนานไปจนถึงจังหวะที่หยุดทำงาน และเมื่อหยุดทำงานในจังหวะที่ 5 ให้ลากเส้นลง จะเขียนแบบ ก หรือ ข ก็ได้

แผนภาพการทำงาน (function diagram)

แผนภาพการทำงานเป็นการรวมแผนภาพการเคลื่อนที่และแผนภาพควบคุมมาใช้ร่วมกัน การเขียนแผนภาพการทำงานของกระบอกสูบ 1 ลูก

การเขียนแผนภาพการทำงานของกระบอกสูบ 2 ลูก มีรหัสการทำงานอัลฟาเบติกซีเควนซ์ A+ , B+ , A- , B- ดังแสดงในภาพที่ 5.19



ภาพที่ 5.19 แผนภาพการทำงานของกระบอกสูบ 2 ลูก

ที่มา (ประวิตร ลิมปวัฒนะ, 2540, หน้า 146)

การเขียนแผนภาพการทำงานของภาพที่ 5.19 โดยเขียนแบบฟอร์มของแผนภาพการเคลื่อนที่เป็นจังหวะตามจำนวนของกระบอกสูบและวาล์ว

วาล์ว 1.2 เมื่อกดวาล์ว 1.2 ลูกสูบ (1.0)A จะเคลื่อนที่ออก เมื่อปล่อยมือ วาล์ว 1.2 จะเคลื่อนที่กลับ เขียนแผนภาพของวาล์ว 1.2 โดยลากเส้นตั้งฉากจากตำแหน่งจังหวะที่ 1 ขึ้นไปเส้นออกสุด (1) แล้วลากเส้นตามแนวนอนมาจังหวะที่ 2 แล้วลากเส้นตั้งฉากลงมาที่แนวนอน

วาล์ว 2.2 เมื่อวาล์ว 2.2 ถูกกด ให้ลากเส้นตามแนวนอนมาตำแหน่งจังหวะที่ 2 ที่จังหวะลูกสูบเคลื่อนที่ออก ลากเส้นตั้งฉากขึ้นไปเส้นออกสุด (1) และลากเส้นตามแนวนอนมาตำแหน่งที่ 3 จังหวะลูกสูบ (2.0)B เคลื่อนที่ออกไปกดวาล์ว 1.3 ลากเส้นตั้งฉากมาที่แนวนอน (0) (แสดงว่าหยุดทำงาน กลับสู่ตำแหน่งปกติ)

วาล์ว 1.3 เมื่อวาล์ว 1.3 ถูกกดให้ลากเส้นตามแนวนอนมาตำแหน่งจังหวะที่ 3 ที่จังหวะลูกสูบ (1.0)A เคลื่อนที่กลับ ลากเส้นตั้งฉากขึ้นไปเส้นออกสุด (1) และลากเส้นตามแนวนอนมาตำแหน่งที่ 4 ลูกสูบ (1.0)A เคลื่อนที่กลับไปกดวาล์ว 2.3 ทำให้ลูกสูบ (2.0)B เคลื่อนที่กลับ แล้วลากเส้นตั้งฉากลงมาที่แนวนอน (0)

วาล์ว 2.3 (วาล์ว 2.3 ถูกกดก่อน แล้วเลื่อนกลับตำแหน่งปกติเมื่อลูกสูบ (1.0)A เคลื่อนที่ออก) เมื่อวาล์ว 2.3 ถูกกด ให้ลากเส้นตามแนวนอนมาตำแหน่งจังหวะที่ 4 ที่จังหวะลูกสูบ (2.0)B เคลื่อนที่กลับ ลากเส้นตั้งฉากขึ้นไปที่เส้นออกสุด (1) และลากเส้นตามแนวนอน (1) มาตำแหน่งที่ 5 ครบ 1 รอบการทำงานของวงจร

จะเห็นว่าการเขียนแผนภาพจะไม่มีระยะการตัดต่อของอุปกรณ์สัญญาณ จะมีแต่การเขียนการทำงานของวาล์ว 3/2 (ทำงานโดยกลไก) และจะเขียนเส้นก่อนเส้นจังหวะเริ่มทำงานและหลังเส้นแสดงจังหวะการทำงานสิ้นสุด เพราะตามความเป็นจริงวาล์วจะต้องทำงานก่อนลูกสูบ

การเขียนรหัสของอุปกรณ์ในวงจรนิวแมติกส์ตามระบบ DIN ISO 1219

การเขียนรหัสของอุปกรณ์ในวงจรนิวแมติกส์ตามระบบ DIN ISO 1219 เขียนได้ดังนี้

ปั๊ม เครื่องอัดอากาศหรือคอมเพรสเซอร์ แทนด้วย P

อุปกรณ์ทำงานคือ กระบอกสูบ แทนด้วย A

มอเตอร์ลม แทนด้วย M

อุปกรณ์สัญญาณ เช่น วาล์วควบคุมทิศทางการเลื่อนด้วยกลไก แทนด้วย S

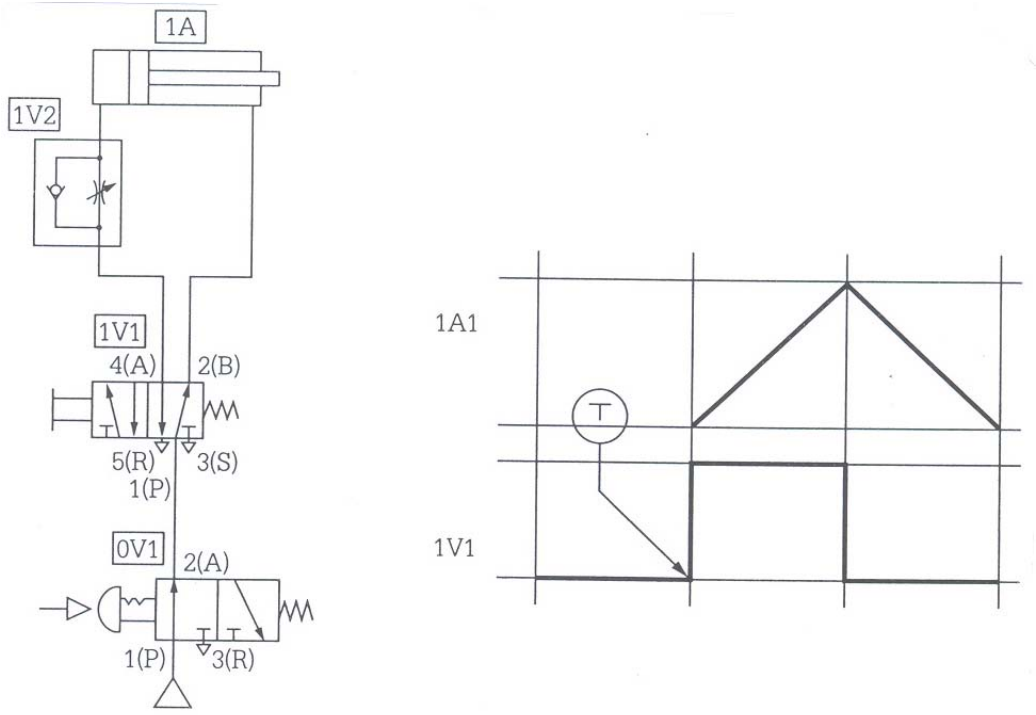
วาล์วควบคุมทิศทางเลื่อนด้วยมือ แทนด้วย S

อุปกรณ์อื่น ๆ แทนด้วย Z

วาล์ว แทนด้วย V

ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าของวาล์ว แทนด้วย Y

การเขียนรหัสของวงจรกระบอกสูบ 1 ลูก ควบคุมโดยทางตรง ดังแสดงในภาพที่ 5.20



ภาพที่ 5.20 การเขียนรหัสของอุปกรณ์กระบอกสูบ 1 ลูก ควบคุมโดยทางตรง
ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 246)

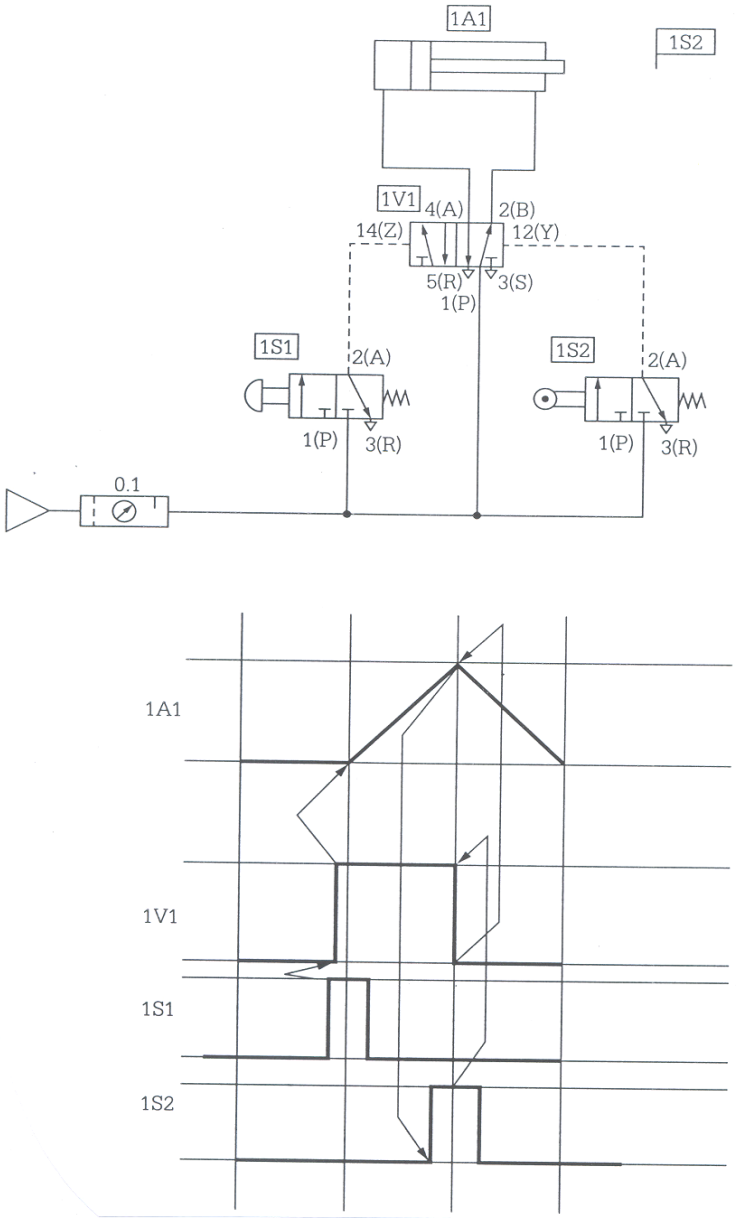
1A คือกระบอกสูบ เป็นอุปกรณ์ทำงาน

1V1 คือวาล์ว 5/2 เป็นวาล์วควบคุมการเคลื่อนที่ของลูกสูบ

1V2 คืออุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของลม

0V1 คือวาล์ว 3/2 เป็นปั๊มอุปกรณ์ให้สัญญาณควบคุมลมอัด

การเขียนรหัสของวงจรกระบอกสูบ 1 ลูก ควบคุมโดยทางอ้อมตามระบบ ดังแสดงในภาพที่ 5.21



ภาพที่ 5.21 การเขียนรหัสของอุปกรณ์วงจรกระบอกสูบ 1 ลูกควบคุมโดยทางอ้อม
ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 247)

1A1 คือกระบอกสูบ เป็นอุปกรณ์ทำงาน

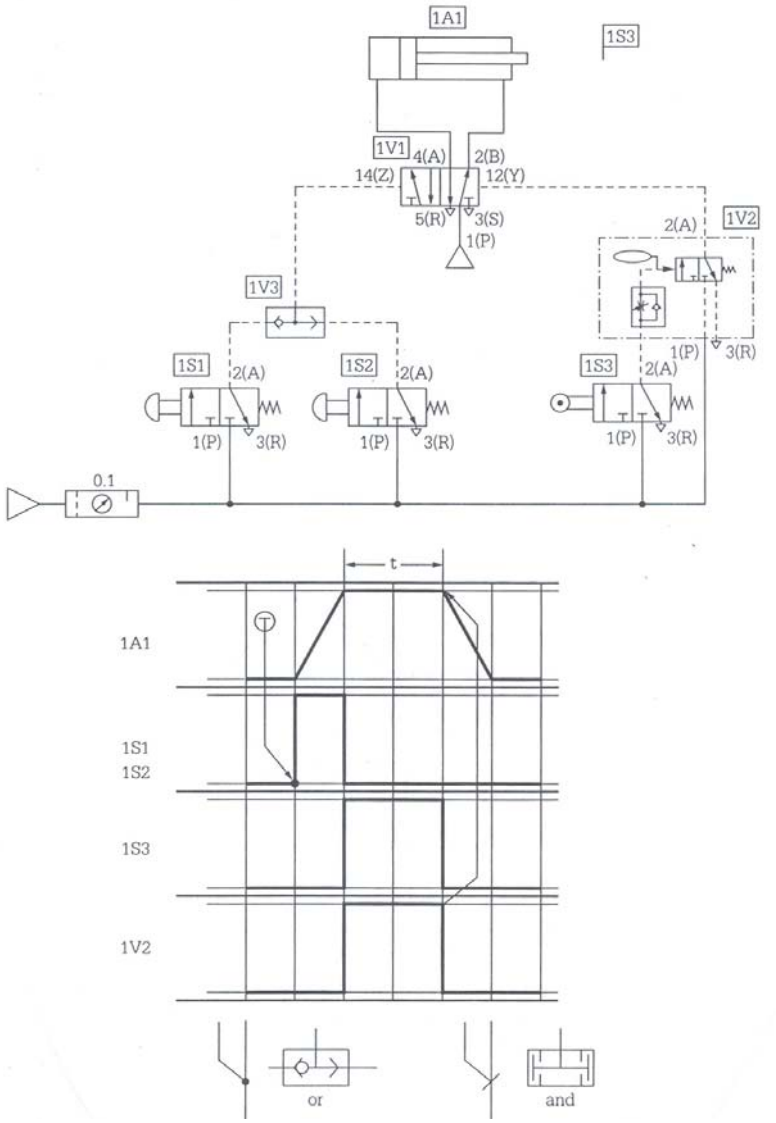
1V1 คือวาล์ว 5/2 เป็นวาล์วควบคุมการเคลื่อนที่ของลูกสูบ

1S1 คือวาล์ว 3/2 เป็นตัวสตาร์ทให้วาล์ว 1V1 (5/2) ทำงาน

1S2 คือวาล์ว 3/2 เป็นอุปกรณ์ให้สัญญาณเพื่อควบคุมให้ลูกสูบเคลื่อนที่

0.1 คือแหล่งจ่ายลม

การเขียนรหัสของอุปกรณ์วงจรกระบอกสูบ 1 ลูก ควบคุมโดยวาล์วตั้งเวลา



ภาพที่ 5.22 การเขียนรหัสของอุปกรณ์วงจรกระบอกสูบ 1 ลูก ควบคุมโดยวาล์วตั้งเวลา
ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 248)

1A1 คือกระบอกสูบตัวที่ 1 เป็นอุปกรณ์ทำงาน

1V1 คือวาล์ว 5/2 เป็นวาล์วควบคุมการเคลื่อนที่ของลูกสูบ

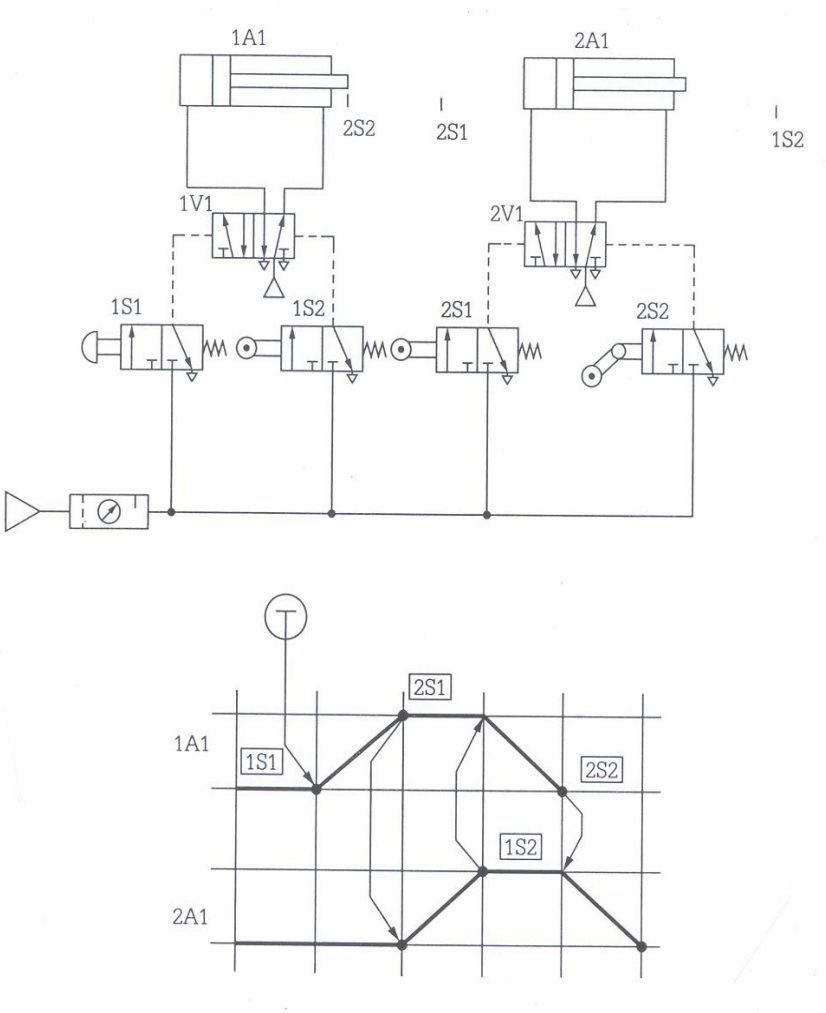
1V2 คือวาล์วตั้งเวลาหรือวาล์วหน่วงเวลา

1V3 คือวาล์วกันกลับสองทาง

1S1 และ 1S2 คือวาล์วตัวสตาร์ท 3/2 เป็นอุปกรณ์ให้สัญญาณ

1S3 คือวาล์ว 3/2 เป็นอุปกรณ์ให้สัญญาณเพื่อควบคุมให้ลูกสูบเคลื่อนที่

การเขียนรหัสของวงจรกระบอกสูบ 2 ลูก โดยเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่เป็นจังหวะของกระบอกสูบ 2 ลูก ดังแสดงในภาพที่ 5.23



ภาพที่ 5.23 การเขียนรหัสของอุปกรณ์วงจรกระบอกสูบ 2 ลูก
ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 249)

1A1 และ 1A2 คือกระบอกสูบตัวที่ 1 และ 2 เป็นอุปกรณ์ทำงาน
1V1 และ 1V2 คือวาล์ว 5/2 เป็นวาล์วหลักควบคุมการเคลื่อนที่ของลูกสูบ
1S1 คือวาล์ว 3/2 เป็นตัวสตาร์ทเพื่อส่งสัญญาณบังคับวาล์ว 1V1
1S2 คือวาล์ว 3/2 เป็นอุปกรณ์ให้สัญญาณและควบคุมการเคลื่อนที่ของลูกสูบ
2S1 คือวาล์ว 3/2 ลูกกลิ้งกดสองทางเป็นวาล์วให้สัญญาณและควบคุมการทำงานของลูกสูบ
2S2 คือวาล์ว 3/2 ลูกกลิ้งกดทางเดียวเป็นวาล์วให้สัญญาณและควบคุมการทำงานของลูกสูบ

สรุป

วงจรนิวแมติกส์มีอุปกรณ์การทำงานและอุปกรณ์บังคับควบคุมเป็นจำนวนมาก เพื่อให้การทำงานตามที่ได้ออกแบบไว้ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีความเป็นมาตรฐานในการเขียนการให้รหัสอุปกรณ์และแผนภาพการทำงาน เพื่อประโยชน์ คือ การมีมาตรฐานเดียวกันในการอ่านและเขียนวงจร มีหมายเลขกำกับอุปกรณ์เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบวงจรและเปลี่ยนซ่อมอุปกรณ์ได้รวดเร็ว และเพื่อให้เข้าใจลักษณะงานได้ง่ายพร้อมบอกรายละเอียดเกี่ยวกับตำแหน่งหน้าที่ของอุปกรณ์

การกำหนดรหัสอุปกรณ์หรือวิธีแสดงขั้นตอนการทำงานในวงจรนิวแมติกส์มี 2 วิธี คือ การเขียนรหัสอุปกรณ์โดยใช้ตัวเลข และการเขียนรหัสอุปกรณ์โดยใช้อักษรที่เป็นการใช้อักษรภาษาอังกฤษแทนอุปกรณ์ในวงจร

แบบฝึกหัด

1. จงอธิบายถึงเหตุผลในการเขียนรหัสและการทำงานของวงจรนิวแมติกส์มาพอเข้าใจ
2. จงอธิบายอุปกรณ์ทำงานและยกตัวอย่างการเขียนรหัสอุปกรณ์โดยใช้กลุ่มตัวเลข
3. จงอธิบายอุปกรณ์ให้สัญญาณ (signal element) พร้อมยกตัวอย่างการเขียนรหัสอุปกรณ์โดยใช้กลุ่มตัวเลข
4. อุปกรณ์ควบคุมความเร็ว มีหน้าที่ทำอะไรและจะติดตั้งอยู่ส่วนใดของวงจร
5. จงบอกประโยชน์ของการเขียนรหัสอุปกรณ์การทำงานของวงจรนิวแมติกส์
6. จงแสดงการเปรียบเทียบการเคลื่อนที่เป็นจังหวะกับการเคลื่อนที่ตามเวลา
7. จงอธิบายถึงแผนภาพการควบคุม (control diagram) การทำงานของวาล์วมาให้เข้าใจ
8. จงอธิบายถึงแผนภาพการทำงาน (function diagram) มาให้เข้าใจ
9. จากภาพ จงเขียนสัญญาณของแผนภาพโดยใช้กลุ่มตัวเลขและตัวอักษร

10. จงเขียนรหัสของอุปกรณ์ในวงจรนิวแมติกส์ตาม DIN ISO 1219 ที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้
    10.1 ปั๊มลม
    10.2 อุปกรณ์ทำงาน
    10.3 อุปกรณ์บังคับ
    10.4 อุปกรณ์ช่วย
    10.5 วาล์วควบคุมทิศทาง

เอกสารอ้างอิง

ฐิฑารีย์ ถมยา. (2546). **นิวแมติกส์และนิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. (2534). **รวมวงจรนิวแมติกส์.** กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลและโลหะการ กระทรวงอุตสาหกรรม.

_____. (2547). **นิวแมติกส์อุตสาหกรรม** (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

_____. (2547). **นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น** (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ธนะรัตน์ แต้วัฒนา. (2541). **นิวแมติกส์อุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ปานเพชร ชินินทร, และขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์. (2542). **นิวแมติกส์อุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

ประวิตร ลิมปวัฒนะ. (2540). **นิวแมติกส์.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.